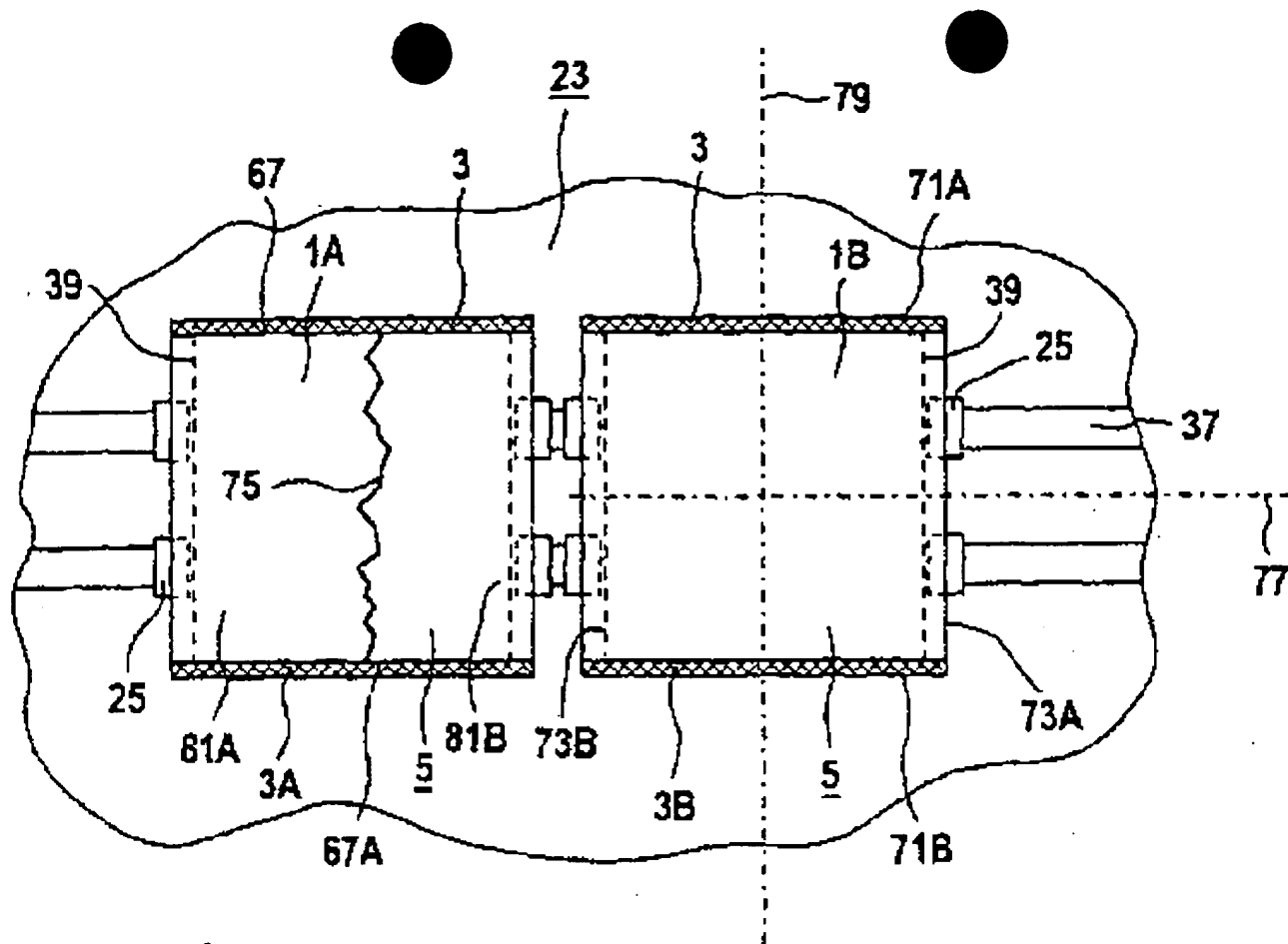


AN: PAT 2002-304690  
TI: Thermal shielding brick used for lining a combustion chamber wall comprises a hot side exposed to a hot medium, a wall side lying opposite the hot side, and a peripheral side joined  
PN: WO200225197-A1  
PD: 28.03.2002  
AB: NOVELTY - Thermal shielding brick (1A, 1B) comprises a hot side (5) exposed to a hot medium, a wall side lying opposite the hot side, and a peripheral side joined to the hot side and the wall side. A damping element (3, 3A, 3B) is attached to the peripheral side. DETAILED DESCRIPTION - An INDEPENDENT CLAIM is also included for a combustion chamber having an inner lining of the thermal shielding bricks, and a gas turbine comprising the combustion chamber. Preferred Features: The damping element is flat and made of a textile material, especially a textile mat, or of a ceramic material, especially a ceramic fiber material.; USE - Used for lining a combustion chamber wall. ADVANTAGE - The thermal shielding brick is protected from impact or vibrations to prevent fragments detaching from the brick. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The drawing shows a schematic view of thermal shielding bricks fixed to a supporting structure. thermal shielding brick 1A, 1B damping element 3, 3A, 3B hot side 5  
PA: (HEIN/) HEINZ-JEPPEL P; (HOFM/) HOFMANN D; (MAGH/) MAGHON H; (RETT/) RETTIG U; (SCHM/) SCHMAHL M; (SIEI ) SIEMENS AG; (TAUT/) TAUT C;  
IN: HOFMANN D; JEPPEL P; MAGHON H; RETTIG U; SCHMAHL M; TAUT C; HEINZ-JEPPEL P;  
FA: WO200225197-A1 28.03.2002; JP2004509316-W 25.03.2004; **DE10046094**-A1 02.05.2002; **DE10046094**-C2 19.09.2002; EP1325276-A1 09.07.2003; KR2003038748-A 16.05.2003; US2003172856-A1 18.09.2003; CN1452711-A 29.10.2003;  
CO: AT; BE; CA; CH; CN; CY; DE; DK; EP; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IN; IT; JP; KR; LI; LU; MC; NL; PT; SE; TR; US; WO;  
DN: CA; CN; IN; JP; KR; US;  
DR: AT; BE; CH; CY; DE; DK; ES; FI; FR; GB; GR; IE; IT; LU; MC; NL; PT; SE; TR; LI;  
IC: F02C-007/00; F02C-007/24; F23M-005/00; F23M-005/02; F23R-003/42; F27D-001/00; F27D-001/06;  
DC: Q52; Q73; Q77;  
FN: 2002304690.gif  
PR: DE1046094 18.09.2000;  
FP: 28.03.2002  
UP: 31.03.2004



AE



⑮ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 100 46 094 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 23 M 5/00**  
F 02 C 7/24

⑳ Aktenzeichen: 100 46 094.1  
㉔ Anmeldetag: 18. 9. 2000  
㉕ Offenlegungstag: 2. 5. 2002

DE 100 46 094 A 1

㉗ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉘ Erfinder:  
Hofmann, Daniel, Dr., 45473 Mülheim, DE; Jeppel,  
Paul-Heinz, 45731 Waltrop, DE; Maghon, Hans,  
45481 Mülheim, DE; Rettig, Uwe, Dr., 80687  
München, DE; Schmah, Milan, 45479 Mülheim, DE;  
Taut, Christine, Dr., 45359 Essen, DE

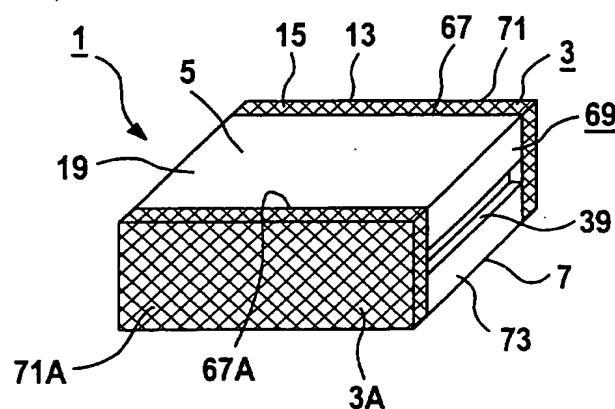
⑤⑥ Entgegenhaltungen:  
US 48 40 131  
EP 04 19 487 B1  
EP 07 24 116 A2  
WO 99 47 874

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Hitzeschildstein zur Auskleidung einer Brennkammerwand, Brennkammer sowie Gasturbine

⑤⑦ Die Erfindung betrifft einen Hitzeschildstein (1, 1A, 1B), insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite (5), einer der Heißeite (5) gegenüberliegenden Wandseite (7) und einer an die Heißeite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite (69). An der Umfangsseite ist ein Dämpfungselement (3, 3A, 3B) angebracht. Hierdurch ist der Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) gegenüber einem Herauslösen von Bruchstücken (81, 81A) aus dem Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) im Bruchfall sehr wirkungsvoll gesichert. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung, die Hitzeschildsteine (1, 1A, 1B) aufweist, sowie eine Gasturbine mit einer Brennkammer.



DE 100 46 094 A 1

## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Hitzeschildstein, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite, einer der Heißeite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißeite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite. Die Erfindung betrifft weiterhin eine Brennkammer mit einer Brennkammerwand sowie eine Gasturbine mit einer Brennkammer.

[0002] Es sind Brennräume, wie beispielsweise ein Brennofen, ein Heißgaskanal oder eine Brennkammer einer Gasturbine bekannt, in denen ein heißes Medium erzeugt und/oder geführt wird. Ein thermisch und/oder thermomechanisch hochbelasteter Brennraum ist zum Schutz vor zu hoher thermischer Beanspruchung mit einer entsprechenden Auskleidung versehen. Die Auskleidung des Brennraums besteht üblicherweise aus hitzeresistentem Material und schützt eine Wandung des Brennraumes vor dem direkten Kontakt mit dem heißen Medium, beispielsweise ein heißes Verbrennungsgas, und der damit verbundenen starken thermischen Belastung. Überdies können die Verbrennungsgase auch oxidative und/oder korrosive Bestandteile aufweisen, die die Brennkammerwand bei direkter Beaufschlagung nachhaltig beeinträchtigen können. Es besteht daher ein erhebliches Interesse an der Weiterentwicklung und Verbesserung der Auskleidung eines Brennraumes.

[0003] Aus der US-PS 4,840,131 geht eine Befestigung von keramischen Auskleidungselementen an einer Wand eines Ofens hervor. Hierbei ist ein Schienensystem, welches an der Wand befestigt ist und eine Mehrzahl von keramischen Schienenelementen aufweist, vorgesehen. Die Auskleidungselemente können durch das Schienensystem an der Wand gehalten werden. Zwischen einem Auskleidungselement und der Wand des Ofens können weitere keramische Schichten vorgesehen sein, unter anderem eine Schicht aus losen, teilweise komprimierten Keramikfasern, wobei diese Schicht zumindest die selbe Dicke wie die keramischen Auskleidungselemente oder eine größere Dicke aufweist. Die Auskleidungselemente weisen hierbei eine rechteckige Geometrie mit planarer Oberfläche auf. Die Auskleidungselemente bestehen aus einem wärmeisolierenden feuerfesten keramischen Fasermaterial.

[0004] Das Aufbringen einer feuerfesten Auskleidung auf eine Wand eines Ofens wird ebenfalls in der US-PS 4,835,831 behandelt. Die feuerfeste Auskleidung ist dabei insbesondere an einer vertikalen Wand angeordnet. Auf die metallische Wand des Ofens wird eine aus Glas-, Keramik- oder Mineralfasern bestehende Schicht aufgebracht. Diese Schicht wird durch metallische Klammern oder durch Kleber an der Wand befestigt. Auf diese Schicht wird ein Drahtmaschennetz mit wabenförmigen Maschen aufgebracht. Das Maschennetz dient ebenfalls der Sicherung der Schicht aus Keramikfasern gegen ein Herabfallen. Auf die so befestigte Schicht wird mittels eines geeigneten Sprühverfahrens eine gleichmäßige geschlossene Oberfläche aus feuerfestem Material aufgebracht. Mit dem beschriebenen Verfahren wird weitgehend vermieden, dass während des Aufsprühens auftretende feuerfeste Partikel zurückgeworfen werden, wie dies bei einem direkten Aufsprühen der feuerfesten Partikel auf die metallische Wand der Fall wäre.

[0005] Eine andere Art der Auskleidung eines thermisch hoch belasteten Brennraums ist in der EP 0 419 487 B1 angegeben. Die Auskleidung besteht aus Hitzeschildelementen, die mechanisch an einer metallischen Wandung des Brennraumes gehalten sind. Die Hitzeschildelemente berühren die metallische Wandung direkt. Um eine zu starke Erwärmung der Wandung zu vermeiden, z. B. infolge direk-

ten Wärmeübergangs vom Hitzeschildelement oder durch Eindringen von heißem Medium in die durch die von aneinander grenzenden Hitzeschildelementen gebildeten Spalte, wird der von der Wandung des Brennraums und dem Hitzeschildelement gebildete Raum mit Kühlluft, der sogenannten Sperrluft, beaufschlagt. Die Sperrluft verhindert das Vordringen von heißem Medium bis zur Wandung und kühlt gleichzeitig die Wandung und das Hitzeschildelement.

[0006] Aus der EP 0 724 116 A2 ist eine keramische Auskleidung für Wandungen von thermisch hoch beanspruchten Brennräumen, beispielsweise von Gasturbinenbrennkammern, bekannt. Die Auskleidung besteht aus Wandelementen aus hochtemperaturbeständiger Strukturkeramik, z. B. Siliciumcarbit (SiC) oder Siliciumnitrid ( $\text{Si}_3\text{N}_4$ ). Die Wandelemente sind mechanisch mittels eines zentralen Befestigungsbolzens federelastisch an einer metallischen Tragstruktur (Wandung) der Brennkammer befestigt. Zwischen dem Wandelement und der Wandung des Brennraums ist eine dicke thermische Isolationsschicht vorgesehen, so dass das Wandelement von der Wandung der Brennkammer entsprechend beabstandet ist. Die im Verhältnis zum Wandelement etwa dreimal so dicke Isolationsschicht besteht aus keramischem Fasermaterial, welches in Blöcken vorgefertigt ist. Die Abmessungen und die äußere Form der Wandelemente sind an die Geometrie des auszukleidenden Raumes anpassbar.

[0007] Ein Wandsegment für einen Brennraum sowie einen Brennraum einer Gasturbine ist in der WO 99/47874 beschrieben. Hierbei wird ein Wandsegment für einen Brennraum, welcher mit einem heißen Fluid beaufschlagbar ist, mit einer metallischen Tragstruktur und einem auf der metallischen Tragstruktur befestigten Hitzeschutzelement angegeben. Zwischen die metallische Tragstruktur und das Hitzeschutzelement wird eine verformbare Trennlage eingefügt, die mögliche Relativbewegungen des Hitzeschutzelementes und der Tragstruktur aufnehmen und ausgleichen soll. Solche Relativbewegungen können beispielsweise in der Brennkammer einer Gasturbine, insbesondere einer Ringbrennkammer, durch unterschiedliches Wärmedehnverhalten der verwendeten Materialien oder durch Pulsationen im Brennraum, die bei einer unregelmäßigen Verbrennung zur Erzeugung des heißen Arbeitsmediums oder durch Resonanzeffekte entstehen können, hervorgerufen werden. Zugleich bewirkt die Trennlage, dass das relativ unelastische Hitzeschutzelement insgesamt flächiger auf der Trennschicht und der metallischen Tragstruktur aufliegt, da das Hitzeschutzelement zumindest teilweise in die Trennschicht eindringt. Die Trennschicht kann so auch fertigungsbedingte Unebenheiten an der Tragstruktur und/oder dem Hitzeschutzelement, die lokal zu einem ungünstigen punktuellen Krafteintrag führen können, ausgleichen.

[0008] Die Erfindung geht von der Beobachtung aus, dass, insbesondere keramische, Hitzeschildsteine aufgrund ihrer notwendigen Flexibilität hinsichtlich thermischer Ausdehnungen häufig nur unzureichend gegenüber mechanischen Belastungen, wie beispielsweise Stöße oder Vibrationen, gesichert sind. Der Erfindung liegt dementsprechend die Aufgabe zugrunde, einen verbesserten Hitzeschildstein anzugeben, welcher insbesondere gegenüber den oben genannten Anforderungen eine höhere Betriebssicherheit gewährleistet. Eine weitere Aufgabe der Erfindung ist die Angabe einer Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung sowie die Angabe einer Gasturbine mit einer Brennkammer.

[0009] Die auf einen Hitzeschildstein gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch einen Hitzeschildstein, insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite, ei-

ner der Heißeite gegenüberliegenden Wandseite und einer an die Heißeite und die Wandseite angrenzenden Umfangsseite, wobei an der Umfangsseite ein Dämpfungselement angebracht ist.

[0010] Mit der Erfindung wird ein völlig neuer Weg aufgezeigt, Hitzeschildsteine gegenüber hohen Beschleunigungen infolge von Stößen oder Vibrationen dauerhaft zu sichern. Die Erfindung geht dabei bereits von der Erkenntnis aus, dass Brennkammersteine, wie sie üblicherweise zur Auskleidung einer Brennkammerwand verwendet werden, durch stationäre und/oder transiente Schwingungen in der Brennkammerwand zu entsprechenden Schwingungen angeregt werden. Dabei können, insbesondere in einem Resonanzfall, hohe Beschleunigungen oberhalb einer Grenzbeschleunigung auftreten, wobei die Hitzeschildsteine von der Brennkammerwand abheben und in der Folge wieder aufschlagen. Ein solcher Aufschlag auf die massive Brennkammerwand führt zu sehr hohen Kräften auf die Hitzeschildsteine und kann zu großen Beschädigungen an diesen führen. Dies führt zu einer erheblichen Reduzierung der Dauerhaltbarkeit eines Hitzeschildsteins. Im schlimmsten Fall kann bei einem solchen Aufschlag der Hitzeschildstein zu Bruch gehen, wobei unmittelbar die Gefahr besteht, dass die Bruchstücke sich von einander lösen und in den Brennraum gelangen. Kleinere oder auch größere Bruchstücke im Brennraum können in der Folge Komponenten im Brennraum erheblich beschädigen. Insbesondere beim Einsatz eines Hitzeschildsteins in einer Gasturbine kann dadurch die einer Brennkammer, beispielsweise einer Ringbrennkammer einer Gasturbine, nachgeschaltete Turbine erheblich beschädigt werden.

[0011] Mit der Erfindung wird die Gefahr eines HerauslöSENS von Bruchstücken aus einem Hitzeschildstein, insbesondere aus einem keramischem Material, deutlich herabgesetzt. Das vorgeschlagene Dämpfungselement, welches an der Umfangsseite des Hitzeschildsteins angebracht ist, erfüllt dabei zwei Funktionen. Einerseits dämpft das Dämpfungselement mögliche Stoßbelastungen, wie sie infolge des Einsatzes des Hitzeschildsteins in einer Brennkammer auftreten können. Durch das Anbringen des Dämpfungselements an der Umfangsseite werden hierbei insbesondere Stöße oder ein sonstiger lokaler Krafteintrag auf die Umfangsseite wirkungsvoll gedämpft. Bei der Auskleidung eines Brennraumes mit einer Vielzahl von flächendeckend nebeneinander angeordneten Hitzeschildsteinen können Relativbewegungen der Hitzeschildsteine zueinander zu derartigen Stößen auf die Umfangsseite führen. Somit wird durch das Dämpfungselement bereits die Bruchgefahr vorbeugend reduziert und die Betriebssicherheit hierdurch erhöht.

[0012] Neben dieser Aufgabe erfüllt das Dämpfungselement gemäß dem Konzept der Erfindung aber die zusätzliche Aufgabe einer Verhinderung von bruchstückinduzierten Schädigungen beim Einsatz des Hitzeschildsteins in einer Brennkammer. Sollte es nämlich infolge einer erheblichen Stoßbelastung zu einem Anriss oder Materialdurchriss des Brennkammerstein kommen, erfüllt das Dämpfungselement zugleich die Aufgabe eines Sicherungselements für den Brennkammerstein. In dieser Funktion sichert das Dämpfungselement einen möglicherweise brüchigen oder bereits gebrochenen Hitzeschildstein gegenüber einem HerauslöSEN eines oder mehrerer Bruchstücke aus dem Brennkammerstein. Somit wird mit der Erfindung die passive Sicherheit des Hitzeschildsteins in einem möglichen Stoßbruchfall erstmals berücksichtigt.

[0013] Durch das vorgeschlagene Dämpfungs- und Sicherungselement kann ein längerer Einsatz des Hitzeschildsteins gewährleistet werden. Mit dem Dämpfungselement verfügt der Hitzeschildstein im Fall besonderer Vorkomm-

nisse über Notlaufeigenschaften, so dass Folgeschäden, etwa für die Beschaufelung einer Turbine, vermieden werden können. Dies ist von besonders großem Vorteil beim Einsatz des Hitzeschildsteins in einer Brennkammer, weil selbst nach einem Bruch die Hitzeschildfunktion des Hitzeschildsteins weiterhin gewährleistet ist, insbesondere keine Bruchstücke in dem Brennraum gelangen können. Wirtschaftlich ergibt sich hieraus zusätzlich der Vorteil, dass im Normalfall keine außerordentliche Wartung und/oder Revision einer den Hitzeschildstein aufweisenden Brennkammer erforderlich ist. Die Brennkammer mit einem derartigen Hitzeschildstein kann zumindest mit den üblichen Wartungszyklen betrieben werden, wobei aber zudem eine Verlängerung der Standzeiten aufgrund der erhöhten passiven Sicherheit erzielbar ist.

[0014] In einer bevorzugten Ausgestaltung ist das Dämpfungselement flächig angebracht. Dadurch ist die Umfangsseite mit dem Dämpfungselement in einer flächigen Verbindung. Dieser flächige Verbund zwischen dem Dämpfungs- und Sicherungselement gewährleistet eine große Sicherheit gegenüber einem HerauslöSEN möglicher Bruchstücke des Hitzeschildsteins nach einem Stoßbruch oder in sonstiger Weise hervorgerufenen Materialanrissen oder Materialdurchrissen. Durch das flächige Anbringen des Dämpfungselements ist eine zumindest bereichsweise flächendeckende Sicherung des Hitzeschildsteins an der Umfangsseite erreicht. Materialdurchrisse, die von der Heißeite bis zu der Wandseite sich erstreckenden und den Hitzeschildstein in zumindest zwei Bruchstücke teilen, und sich im ungünstigsten Falle bis zur Umfangsseite fortsetzen, werden durch das Dämpfungselement an der Umfangsseite überbrückt. Durch diese Rissüberbrückung ist ein LöSEN der Bruchstücke voneinander praktisch unmöglich, oder zumindest sehr erschwert. Das Dämpfungs- und Sicherungselement sorgt dafür, dass mögliche Bruchstücke im Wesentlichen zusammengehalten werden, so dass der Hitzeschildstein seine Funktion weiterhin erfüllen kann.

[0015] Durch Anordnung und Ausgestaltung des Dämpfungselements an der Umfangsseite können hierbei gezielt diejenigen Bereiche gesichert werden, wo ein Anriss oder ein Materialdurchriss zu erwarten ist. Durch das flächige Anbringen sind entsprechend große Bereiche der Umfangsseite gesichert, wodurch mögliche Materialanrisse oder Durchrisse überbrückt sind und dadurch der Weiterbetrieb, etwa beim Einsatz des Hitzeschildsteins in einer Gasturbinenbrennkammer, nicht akut gefährdet ist.

[0016] Vorzugsweise ist das Dämpfungselement als Gewebe, insbesondere als Gewebematte, ausgestaltet. Dabei kommen Gewebe, oder auch Gewebematten zum Einsatz, die ausreichend hohe Dämpfungseigenschaften (Dämpfungskonstante) sowie eine Temperaturfestigkeit gegenüber den hohen Temperaturen, wie sie beispielsweise bei einem Einsatz in einer Brennkammer zu erwarten sind, aufweisen. Die Verwendung einer Gewebematte hat außerdem den Vorteil, dass sie auf eine gewünschte Größe zuschneidbar und gut an den Hitzeschildstein an der Umfangsseite anbringbar ist. Da die Gewebematte beispielsweise durch flächiges Anbringen in engem Kontakt mit dem Hitzeschildstein ist, sollte das Material der Gewebematte so gewählt werden, dass unerwünschte chemische Reaktionen zwischen den Materialien von Matte und Hitzeschildstein ausgeschlossen sind. Das Dämpfungs- und Sicherungselement kann auch in Form eines Gewirkes, eines Geflechts oder eines Schwammes ausgestaltet sein. Wo dies sinnvoll ist, kann das Dämpfungselement auch bereichsweise aus diesen strukturell verschiedenen Erscheinungsformen zusammengesetzt sein.

[0017] Vorteilhafterweise ist durch die Ausgestaltung des Dämpfungs- und Sicherungselements als Gewebe, insbe-

sondere als Gewebematte, ein flächiges Anbringen an der Umfangsseite erleichtert und eine gute Anpassung an die Geometrie des Hitzeschildsteins möglich. Ein besonderer Vorteil ergibt sich aus der Gewebestruktur, weil hierdurch eine hervorragende Sicherungs- und Stützfunktion für eine Rissüberbrückung erzielt ist.

[0018] Vorzugsweise besteht das Dämpfungselement aus einem keramischen Material, insbesondere aus einem keramischen Fasermaterial. Keramisches Material ist hochtemperaturfest sowie oxidations- oder korrosionsbeständig und eignet sich daher hervorragend für den Einsatz in einer Brennkammer. Gewebematten aus einem keramischen Material, insbesondere einem keramischen Fasermaterial, sind überdies kommerziell erhältlich.

[0019] Eine keramische Matte, insbesondere eine keramische Gewebematte, besteht hierbei beispielsweise aus keramischen Fasern, welche für den Einsatz von bis zu 1200°C geeignet sind. Die chemische Zusammensetzung dieser Fasern ist beispielsweise 62 Gew.-%  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , 24 Gew.-%  $\text{SiO}_2$  und 14 Gew.-%  $\text{B}_2\text{O}_3$ . Die Fasern sind dabei aus einer Vielzahl einzelner Filamente zusammengesetzt, wobei die Filamente einen Durchmesser von etwa 10 bis 12 µm aufweisen. Die maximale Kristallitgröße beträgt typischerweise etwa 500 nm. Aus dem keramischen Fasermaterial lassen sich auf einfache Weise Gewebe, Gewirke oder Geflechte der gewünschten Größe und Dicke herstellen. Auch sind mehrere Lagen von keramischen Dämpfungsmatten als Dämpfungs- und Sicherungselement für den Hitzeschildstein herstellbar. Mehrere Lagen können hierbei miteinander zu einem Dämpfungselement vernäht oder vernadelt sein. Die hohe Zerreißfestigkeit und die Temperaturfestigkeit derartiger keramischer Gewebematten gewährleisten eine hohe Betriebssicherheit und Notlaufeigenschaften des Hitzeschildsteins.

[0020] Weiter bevorzugt ist das Dämpfungselement durch Verklebung, insbesondere mittels eines Klebers auf Silikatbasis, angebracht. Das Dämpfungselement kann aber auch durch Verklammern oder Verschrauben an die Umfangsseite angebracht sein. Das Dämpfungselement kann auch zumindest teilweise in das Grundmaterial des Hitzeschildsteins eingebracht, z. B. eingegossen oder eingepresst sein. Beim Verkleben der Dämpfungseinlage mit dem Grundmaterial kann sowohl ein konventioneller Klebstoff als auch ein hochtemperaturfester Kleber verwendet werden. Auch können, wie oben erwähnt, Kleber auf Silicatbasis zum Einsatz kommen, die hervorragende Klebeeigenschaften und eine große Temperaturbeständigkeit aufweisen, was insbesondere beim Einsatz in einer Gasturbinenbrennkammer vorteilhaft ist.

[0021] Als weiterer Vorteil erweist sich bei der Verbindung die Verwendung einer keramischen oder auch metallischen Matte, insbesondere einer keramischen Gewebematte, weil diese aufgrund ihrer Gewebestruktur eine gewisse Luftdurchlässigkeit aufweist (Porosität), was ein sicheres Verbinden des Dämpfungs- und Sicherungselements mit dem Grundmaterial des Hitzeschildsteins befördert. Das Grundmaterial des Hitzeschildsteins ist dabei beispielsweise ein keramisches Material, insbesondere eine Feuerfestkeramik.

[0022] In einer weiter bevorzugten Ausgestaltung weist die Umfangsseite eine Stirnseite und eine gegenüber der Stirnseite geeignete Befestigungsseite auf, wobei das Dämpfungselement an der Stirnseite vorgesehen ist. Aufgrund der unterschiedlichen geometrischen Erscheinungsformen und Einsatzfälle, die beim Einsatz eines Hitzeschildsteins in einem Brennraum, beispielsweise einer Gasturbinenbrennkammer, vorliegen können, ist es vorteilhaft verschiedene Bereiche der Umfangsseite, nämlich eine Stirnseite und eine Befestigungsseite vorzusehen. Durch die Neigung der Stirn-

seite gegenüber der Befestigungsseite um einen von der Geometrie des Hitzeschildsteins abhängigen Neigungswinkel, sind die Stirnseite und die Befestigungsseite im Allgemeinen unterschiedliche Bereiche der Umfangsseite. Daher ist das Dämpfungselement vorzugsweise an der Stirnseite vorgesehen. Das Dämpfungselement kann aber auch, je nach Erfordernis und Belastungsfall, zumindest teilweise an der Befestigungsseite angebracht sein. Dies ist in solchen Fällen möglich, wo eine ungehinderte Befestigung des Hitzeschildsteins einem Anbringen des Dämpfungselements auch an der Befestigungsseite nicht im Wege steht. Vorteilhafterweise ist belastungsfallabhängig und einbaugeometrieabhängig das Anbringen des Dämpfungselements an der Stirnseite und wahlweise zusätzlich an der Befestigungsseite möglich.

[0023] Beispielsweise kann hierbei ein Hitzeschildstein von quaderförmiger Geometrie sein, insbesondere auch mit quadratischer Grundfläche, wobei die Umfangsseite des Quaders aufgrund der Geometrie in vier Teilseiten unterteilbar ist. Zwei gegenüberliegende Teilseiten bilden dann die Stirnseiten des Quaders, und die um 90 Grad geneigten, daran angrenzenden Seiten des Quaders etwa die Befestigungsseiten. Es ist demzufolge auch möglich, mehrere Stirnseiten oder mehrere Befestigungsseiten bei einem Hitzeschildstein vorzusehen. Im Allgemeinen sind prismatische Hitzeschildsteine mit einer vieleckigen Grundfläche möglich. Darüber hinaus sind auch gekrümmte Flächen, etwa bei der Heißeite oder der Wandseite denkbar. Dabei sind vorzugsweise an der Umfangsseite des Hitzeschildsteins auch mehrere Dämpfungselemente angebracht.

[0024] Bevorzugt weist die Befestigungsseite eine Nut, insbesondere zur Aufnahme eines Befestigungselements, auf. Beim Einsatz des Hitzeschildsteins in einer Brennkammer, beispielsweise einer Gasturbinenbrennkammer, ist es erforderlich den Hitzeschildstein an der Brennkammerwand in geeigneter Weise zu befestigen. Eine Nut im Brennkammerstein, die man auch als Hitzeschildsteinnut bezeichnen kann, erfüllt diese Aufgabe. Mittels eines Befestigungselements, beispielsweise einer Klammer, einem Haken oder einem Bolzen, kann der Hitzeschildstein an einer Wand im Brennraum befestigt werden. Dabei greift das Befestigungselement in die Nut ein. Die Befestigung des Hitzeschildsteins erfolgt hierbei vorteilhafterweise lösbar, wobei auch eine federelastische Halterung des Hitzeschildsteins möglich ist. Dies wirkt sich günstig auf die Dämpfungseigenschaften des Hitzeschildsteins aus und beugt der Gefahr eines Stoßbruchs vor.

[0025] Die auf eine Brennkammer gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung, die Hitzeschildsteine gemäß den obigen Ausführungen aufweist.

[0026] Die auf eine Gasturbine gerichtete Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Gasturbine mit einer derartigen Brennkammer.

[0027] Die Vorteile einer solchen Gasturbine und einer solchen Brennkammer ergeben sich entsprechend den obigen Ausführungen zum Hitzeschildstein.

[0028] Die Erfindung wird beispielhaft anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen hierbei schematisch und teilweise vereinfacht:

[0029] Fig. 1 in perspektivischer Ansicht einen Hitzeschildstein mit Dämpfungselement, und

[0030] Fig. 2 eine Tragstruktur mit daran befestigten Hitzeschildsteinen.

[0031] In Fig. 1 ist in perspektivischer Ansicht ein Hitzeschildstein 1 gezeigt. Der Hitzeschildstein 1 ist quaderförmig, insbesondere mit einer quadratischen Grundfläche, ausgestaltet. Der Hitzeschildstein 1 weist eine Heißeite 5

und eine der Heißeite 5 gegenüberliegende Wandseite 7 auf. Beim Einsatz des Hitzeschildsteins 1, beispielsweise in einer Brennkammer einer Gasturbine, ist die Heißeite 5 mit einem heißen Medium, z. B. ein heißes Verbrennungsgas, beaufschlagt. An die Heißeite 5 und die Wandseite 7 grenzt eine Umfangsseite 69 an. Die Umfangsseite wird hierbei von den vier Seitenflächen des quaderförmigen Hitzeschildsteins 1 gebildet. Die Umfangsseite 69 weist eine Stirnseite 71, 71A sowie eine gegenüber der Stirnseite 71, 71A geneigte Befestigungsseite 73 auf. Die Befestigungsseite 73 weist eine Nut 39, insbesondere eine Hitzeschildsteinnut, zur Aufnahme eines nicht näher dargestellten Befestigungselements auf (vgl. Fig. 2 und diesbezügliche Erläuterungen). Die Nut 39 erstreckt sich im Wesentlichen parallel zu den durch die Heißeite 5 und die Wandseite 7 festgelegten Ebenen. An der Umfangsseite 69 ist ein Dämpfungselement 3 und ein weiteres Dämpfungselement 3A angebracht. Die Dämpfungselemente 3, 3A bestehen aus einer Gewebematte 13, welche ein keramisches Material 15, insbesondere ein keramisches Fasermaterial, aufweist. Die Dämpfungselemente 3, 3A sind jeweils mit einem Kleber 67 an der Umfangsseite 69 angebracht. Damit ist eine feste Verbindung der Gewebematte 13 mit dem Grundmaterial 19, beispielsweise einer Feuerfestkeramik, des Hitzeschildsteins 1 erreicht.

[0032] Neben einer Verklebung kommt auch eine anderweitige Befestigung der Dämpfungselemente 3, 3A an der Umfangsseite 69 in Frage. Beispielsweise können die Dämpfungselemente 3, 3A mittels Verschraubung, Verklammerung o. ä. angebracht sein, wobei vorteilhafterweise sowohl feste als auch lösbare Verbindungen möglich sind. Die Anordnung der Dämpfungselemente 3, 3A ist der Gestalt, dass das Dämpfungselement 3 an der Stirnseite 71 und das Dämpfungselement 3A an der der Stirnseite 71 gegenüberliegenden Stirnseite 71A angebracht ist. Die Stirnseiten 71, 71A sind dabei flächig, insbesondere vollflächig mit dem jeweiligen Dämpfungselement 3, 3A versehen. Somit ist eine sehr wirkungsvolle Sicherung, insbesondere Stirnseitensicherung, des Hitzeschildsteins gegenüber Stößen und Stoß- und/oder thermisch induzierter Rissbildung oder Materialdurchrisse erreicht. Neben der Dämpfung von Schwingungen und/oder Stößen auf die Stirnseiten 71, 71A sind eine Erhöhung der passiven Sicherheit sowie Notlauf Eigenschaften erzielt. Eine Rissbildung, die sich etwa von der Heißeite 5 bis zur Wandseite 7 durch den Hitzeschildstein 1 erstreckt und sich möglicherweise bis zu den Stirnseiten 71, 71A fortpflanzt, wird durch die Dämpfungselemente 3, 3A sicher überbrückt.

[0033] Fig. 2 zeigt eine Tragstruktur 23, wobei an der Tragstruktur 23 ein Hitzeschildstein 1A sowie ein weiterer Hitzeschildstein 1B befestigt sind. Zur Befestigung weist die Tragstruktur 23 Befestigungsnuten 37 auf, die sich parallel zu einer Längsachse 77 erstrecken. Die Befestigungsnut 37 ist dabei beispielsweise als eine Ausfräsung in der Tragstruktur 23 ausgestaltet. Die Hitzeschildsteine 1A, 1B sind entlang der Längsachse 77 benachbart zueinander über ein jeweiliges Befestigungselement 25 an der Tragstruktur 23 befestigt. Zur Befestigung greift das Befestigungselement 25 in die Nut 39, insbesondere die Hitzeschildsteinnut, des Hitzeschildsteins 1A, 1B ein. Die Anordnung der Hitzeschildsteine 1A, 1B ist in der Weise, dass die Befestigungsseite 69 mit der Nut 39 parallel zu einer Querachse 79 verläuft, wobei die Querachse 79 im Wesentlichen senkrecht zur Längsachse 77 ist. Die Stirnseite 67, 67A mit dem Dämpfungselement 3, 3A erstreckt sich im Wesentlichen parallel zu der Längsachse 77. Der Hitzeschildstein 1A weist einen Bruch 75 auf, der sich entlang der Querachse 79 von der Stirnseite 67 zu der der Stirnseite 67 gegenüberlie-

genden Stirnseite 67A erstreckt. Der Bruch 75 wird durch das Dämpfungs- und Sicherungselement 3 an der Stirnseite 67 und durch das Dämpfungs- und Sicherungselement 3A an der Stirnseite 67A überbrückt. Durch die feste Verbindung der Dämpfungselemente 3, 3A mit dem Hitzeschildstein 1A zu einer Rissüberbrückung können sich die Bruchstücke 81A, 81B nicht von der Tragstruktur 23 lösen. Der Hitzeschildstein 1A behält mithin im Wesentlichen seine Funktion und seine Hitzeschutzeigenschaften. Der Gefahr eines möglichen HerauslöSENS eines der Bruchstücke 81A, 81B wird somit sehr effektiv entgegengetreten.

[0034] Die in Fig. 2 gezeigte Tragstruktur 23 mit den Hitzeschildsteinen 1A, 1B kann beispielsweise als Auskleidung einer Brennkammerwand, beispielsweise einer Brennkammerwand einer Gasturbinebrennkammer zum Einsatz kommen. Dabei wird die Brennkammerwand üblicherweise flächendeckend mit Hitzeschildsteinen 1A, 1B ausgekleidet. Mit einer Brennkammer, die Hitzeschildsteine 1, 1A, 1B den obigen Ausführungen aufweist, ist eine gedämpfte, insbesondere federnde, Halterung der Hitzeschildsteine 1A, 1B in der Tragstruktur 23 erreichbar. Dadurch ergibt sich eine besonders hohe Unempfindlichkeit der Brennkammerauskleidung gegenüber Stößen oder Vibrationen. Die ein Dämpfungs- und Sicherungselement 3, 3A, 3B aufweisenden Hitzeschildsteine 1A, 1B sind dabei sowohl für eine Beaufschlagung mit den hohen Temperaturen eines heißen Mediums, beispielsweise bis zu 1400°C in einer Gasturbine, als auch gegenüber einem hohen mechanischen Energieeintrag infolge von Stößen und/oder Vibrationen beständig. Durch das Dämpfungselement 3, 3A, 3B ist die passive Sicherheit einer Brennkammer oder einer Gasturbine, welche eine derartige Brennkammer aufweist, deutlich gesteigert. Der Hitzeschildstein 1A, 1B verfügt im Fall besonderer Vorkommnisse über Notlauf Eigenschaften, so dass Folgeschäden, beispielsweise für den Turbinenteil einer Gasturbine, sicher vermieden werden können.

#### Patentansprüche

1. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B), insbesondere zur Auskleidung einer Brennkammerwand, mit einer einem heißen Medium aussetzbaren Heißeite (5), einer der Heißeite (5) gegenüberliegenden Wandseite (7) und einer an die Heißeite (5) und die Wandseite (7) angrenzenden Umfangsseite (69), **dadurch gekennzeichnet**, dass an der Umfangsseite (69) ein Dämpfungselement (3, 3A, 3B) angebracht ist.
2. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungselement (3, 3A, 3B) flächig ist.
3. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungselement (3, 3A, 3B) als Gewebe, insbesondere als Gewebematte, ausgestaltet ist.
4. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungselement (3, 3A, 3B) aus einem keramischen Material (15), insbesondere aus einem keramischen Fasermaterial, besteht.
5. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Dämpfungselement (3, 3A, 3B) durch Verklebung, insbesondere mittels eines Klebers auf Silicatbasis, angebracht ist.
6. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Umfangsseite (69) eine Stirnseite (71, 71A, 71B) und eine gegenüber der Stirnseite geneigte Befesti-

gungsseite (73, 73A, 73B) aufweist, wobei das Dämpfungselement an der Stirnseite (71, 71A, 71B) vorgesehen ist.

7. Hitzeschildstein (1, 1A, 1B) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Befestigungsseite (73, 73A, 73B) eine Nut (39), insbesondere zur Aufnahme eines Befestigungselements (25), aufweist. 5

8. Brennkammer mit einer inneren Brennkammerauskleidung, die Hitzeschildsteine (1, 1A, 1B) nach einem der vorhergehenden Ansprüche aufweist. 10

9. Gasturbine mit einer Brennkammer nach Anspruch 8.

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

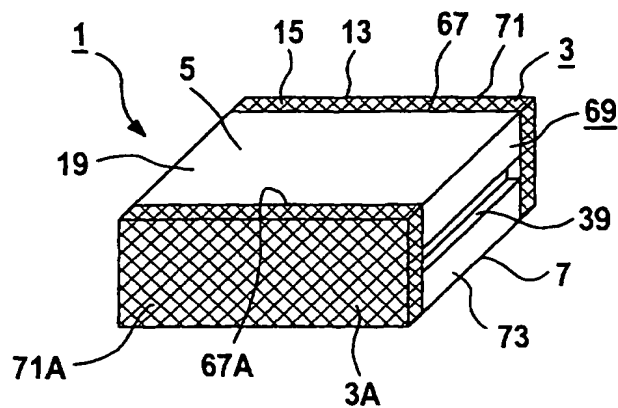
55

60

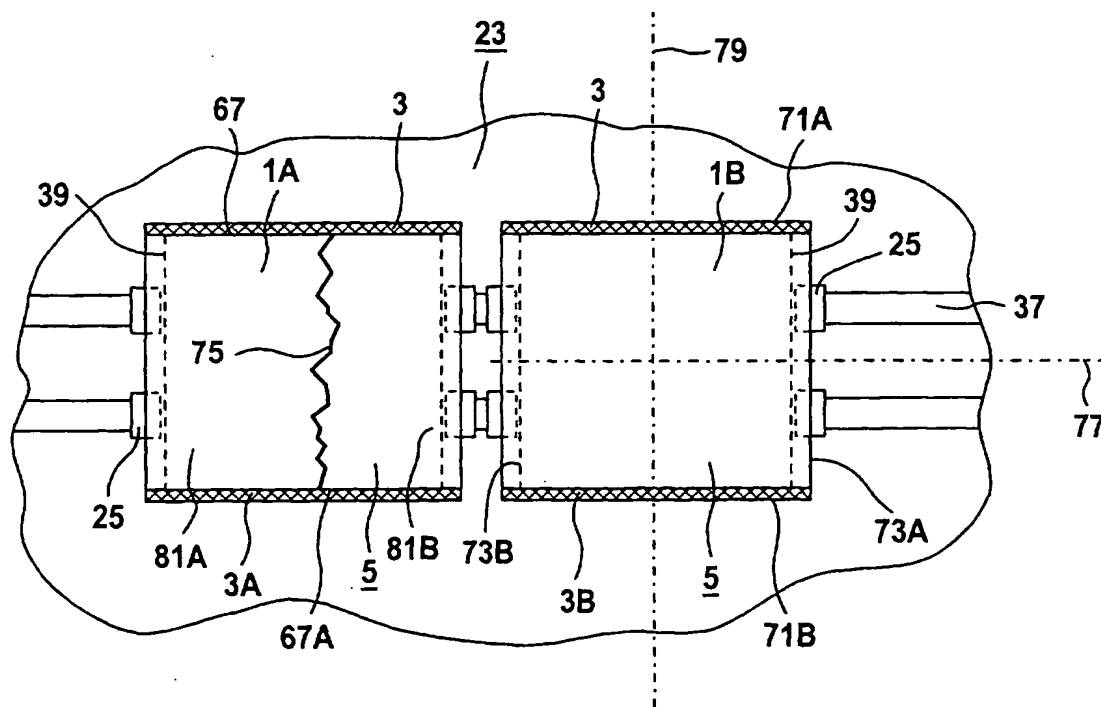
65



- Leerseite -



**FIG 1**



**FIG 2**